

DISPLAY DEVICE AND ITS DRIVING METHOD

Publication number: JP10078582

Publication date: 1998-03-24

Inventor: SHIRASAKI TOMOYUKI; YAMADA HIROYASU;
SHIOTANI MASAHARU; YOSHIDA TETSUSHI; TAKEI
MANABU

Applicant: CASIO COMPUTER CO LTD

Classification:

- international: G02F1/133; G02F1/1335; G09F9/00; H05B33/14;
G02F1/13; G09F9/00; H05B33/14; (IPC1-7):
G02F1/1335; G02F1/133; G09F9/00; H05B33/14

- european:

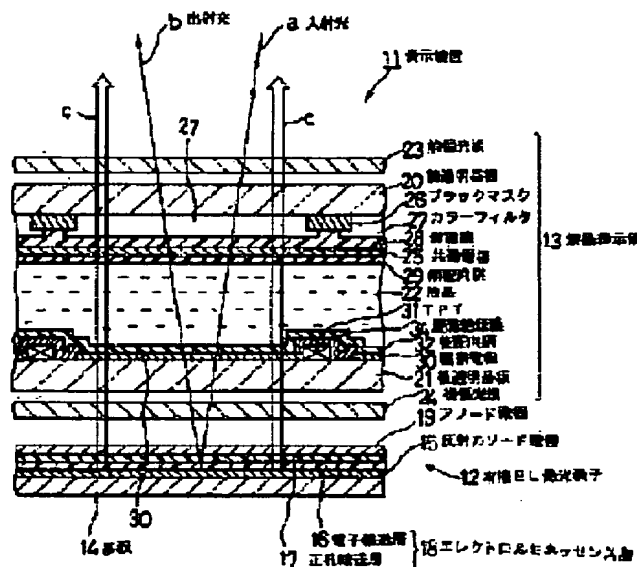
Application number: JP19960252195 19960904

Priority number(s): JP19960252195 19960904

Report a data error here

Abstract of JP10078582

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the display device which has good contrast in bright, dark conditions and is low in power consumption. **SOLUTION:** An organic EL light emitting element 12 is arranged at the back of a liquid crystal display section 13 as a back light and a reflection plate. Starting from the front side, the element 12 is formed by an anode electrode 19 consisting of ITO, an electroluminescence layer 18 made of an EL material and a reflection cathode electrode 15 made of MgIn having a reflectivity. Thus, external light beams are efficiently reflected by the electrode 15 and become the light beams for a display. Moreover, if the element 12 is driven, the emitted light beams are used for approximately 100% as display light beams. Thus, the display device having good contrast and low power consumption is obtained.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 78582

(43) 公開日 平成10年(1998)3月24日

(51) Int. Cl. 6	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 3 0	G 0 2 F	1/1335 5 3 0
	1/133	5 3 5		1/133 5 3 5
G 0 9 F	9/00	3 3 6	G 0 9 F	9/00 3 3 6 Z
H 0 5 B	33/14		H 0 5 B	33/14

審査請求 未請求 請求項の数 1 2 F D

(全 2 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-252195

(22) 出願日 平成8年(1996)9月4日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 白 崙 友之

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 山田 裕康

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 塩谷 雅治

東京都羽村市栄町3丁目2番地1号 カシオ計算機株式会社羽村技術センター内

(74) 代理人 弁理士 杉村 次郎

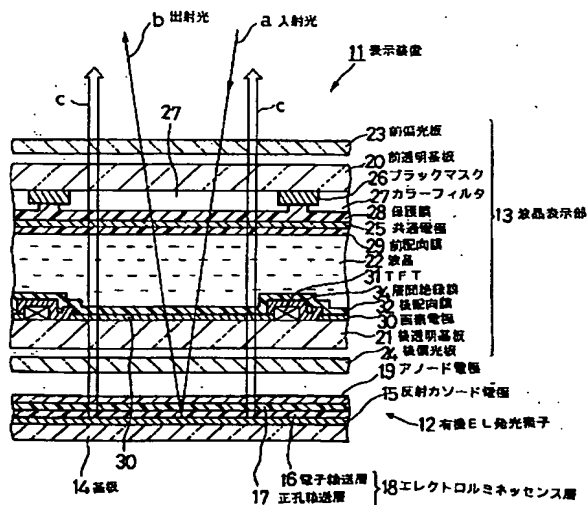
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 明・暗状態において良好なコントラストを有し、しかも低消費電力な表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示部 13 の後方に有機EL発光素子 12 をバックライトとして、および反射板として、配置する。有機EL発光素子 12 は、前側よりITO となるアノード電極 19、有機EL材料でなるエレクトロルミネッセンス層 18、反射性を有するMgIn となる反射カソード電極 15 の順に形成されて構成される。このため、外光は反射カソード電極 15 で効率よく反射されて表示用光となる。また、有機EL発光素子 12 を駆動すると、発光が略100パーセント表示用光として用いることができる。このため、コントラストが良好で低消費電力な表示装置とすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ電極を有する一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し、一方の透明基板側が表示面である液晶表示パネルと、

可視光に対し透過性を示す前電極と、可視光に対し反射性を示す後電極と、前記前電極及び後電極の間に配置され、実質的に可視光に対し透過性を示し、前記前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層と、を有し、前記液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、

を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項2】 前記有機エレクトロルミネッセンス層は、赤色に発光する赤色発光材料と、緑色に発光する緑色発光材料と、青色に発光する青色発光材料と、を有し、前記前電極と前記後電極との間に所定値の電圧が印加されることにより白色発光することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項3】 前記有機エレクトロルミネッセンス層は、赤色に発光する赤色発光材料と、緑色に発光する緑色発光材料と、青色に発光する青色発光材料と、を有し、前記前電極と前記後電極との間に所定値の電圧が印加されることにより青白色発光することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項4】 前記有機エレクトロルミネッセンス層は、ポリビニルカルバゾールと2,5-ビス（1-ナフチル）オキサジアゾールと発光材料とを有する正孔輸送層と、トリス（8-キノリレート）アルミニウム錯体からなる電子輸送層と、を有することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項5】 前記後電極と前記液晶表示パネルとの間に、前記前電極及び前記有機エレクトロルミネッセンス層が位置することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項6】 前記有機ELパネルは、前記後電極側に可視光に対し透過性を示す基板を有することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項7】 前記前電極は前記有機エレクトロルミネッセンス層に正孔を注入するアノード電極であり、前記後電極は前記有機エレクトロルミネッセンス層に電子を注入するカソード電極であることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項8】 前記液晶表示パネルは、カラーフィルタを備えていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項9】 前記液晶表示パネルは、前記一対の透明基板の少なくとも一方に偏光板を備えていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項10】 前記液晶表示パネルは、前記一対の透明基板の少なくとも一方に偏光板を備え、前記一対の透

明基板の電極に印加された電圧に応じて変化する前記液晶の複屈折作用及び前記偏光板の偏光作用により設定された色及び輝度の光を前記表示面から出射することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項11】 それぞれ電極が設けられた一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し、一方の透明基板側に表示面を有する液晶表示パネルと、

可視光に対し透過性を示す前電極と、可視光に対し反射性を示す後電極と、前記前電極及び後電極の間に配置され、実質的に可視光に対し透過性を示し、前記前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層と、を有し、前記液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、

を備え、

前記液晶表示パネルの前記表示面から前記液晶に入射された光を前記有機ELパネルの前記後電極で反射し、前記表示面に射出する反射表示と、

前記前電極及び後電極の間に印加された電圧により発光する前記有機ELパネルの光を前記液晶表示パネルの前記液晶を介し前記表示面から射出する透過表示と、を切り替えることを特徴とする表示装置の駆動方法。

【請求項12】 前記反射表示において、前記表示面から前記液晶に入射された光は、前記前電極及び前記有機エレクトロルミネッセンス層を透過することを特徴とする請求項11記載の表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、表示装置に関し、さらに詳しくは、反射型表示機能および透過型表示機能を兼ね備えた、液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は、薄型軽量化が可能であるため種々の電子機器の表示装置として使用されている。近年では、情報化が個人のレベルまで浸透し始めており、携帯用パソコン（ノート型パソコン）や、携帯情報端末などが普及している。このような電子機器は、携帯用であるため電力消費を極力抑える必要がある。このため、携帯用電子機器では、バックライトを無くしてこれに必要とされる電力を削減した、反射型の液晶表示装置が用いられている。しかし、このような液晶表示装置は、外光が明るい昼間（明状態）においては良好なコントラストを得ることができるが、暗い場所や夜間（暗状態）では表示を見ることができない。ここで、反射型ではなく、バックライトを備えた透過型の液晶表示装置について考えると、暗状態ではバックライトの輝度が20cd/m²程度で十分なコントラストを得ることができるのに対し、明状態ではバックライトの輝度が200cd/m²でも良好なコントラストを得ることはできない。そこで、図28に示すような、反射型表示機能と透

過型表示機能とを備えた液晶表示装置が開発されている。この液晶表示装置は、図 28 に示すように、液晶表示部の後方に半透過半反射膜（ハーフミラー）2 が配置され、半透過半反射膜 2 の後方にバックライトシステム 3（ランプ 4 と導光板 5 など）で構成される）が配置されている。半透過半反射膜 2 は、ベースフィルムの上面に反射層を設け、下面に散乱層を設けた構造であり、入射する光の一部を透過し、残りの光を反射する機能を持っている。

【0003】以下、この従来の液晶表示装置における表示作用について簡単に説明する。図中 A は液晶表示部 1 に入射する明状態における外光を示している。この外光 A は、液晶表示部 1 を通過して半透過半反射膜 2 に入射する。このとき入射光 A 1 は、一部が透過光 A 3 として半透過半反射膜 2 を透過し、残りの光が反射光 A 2 として反射する。この反射光 A 2 が液晶表示部 1 に入射され、液晶の配向状態に応じた表示光 A 4 が表示面から出射され表示が行われる。また、暗状態においては、バックライトシステム 3 を点灯することにより照明光 B が出射され、この照明光 B が半透過半反射膜 2 を透過して照

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の液晶表示装置では、外光 A を起源とする入射光 A 1 の一部（A 3）が半透過半反射膜 2 を透過してしまうため、反射光 A 2 の光量が減少してしまい良好なコントラストをとれないという問題がある。一方、暗状態で用いるバックライトシステム 3 を起源とする照明光 B は、半透過半反射膜 2 を通過することにより、光量が大幅に減少して照明光 B 1 になる。すなわち、バックライトシステム 3 からの光を効率よく表示に用いることができない。このため、暗状態において、良好なコントラストを得るにはバックライトシステム 3 の発光性能を上げることが要請され、消費電力が増加し、特に携帯用液晶表示装置において、連続表示時間が速いという問題を避けることができない。

【0005】また、カラーフィルタを設けて多色表示を行う液晶表示装置では、カラーフィルタに入射した外光やバックライト光がカラーフィルタにより所定波長域に分光されて出射される。すなわち、赤色カラーフィルタであれば、赤色の波長域以外の波長域の光を吸収し、赤色の波長域の光を出射させる機能を有するが、赤色の波長域以外の光を完全に遮光できずに部分的に出射してしまうので色純度が落ちてしまったり、また赤色の波長域の光に加え、赤色の波長域の光も若干吸収してしまうため、全体として輝度が低く、コントラスト比が小さいという問題が生じていた。特に、液晶に対し表示面側にカ

ラーフィルタを設けた半透過半反射型液晶表示装置の場合、反射型として外光はカラーフィルタ及び液晶を 2 度づつ通過しなければならず、透過型としてのバックライトの光がカラーフィルタ及び液晶を 1 度づつ通過するのに対し入射光に対する出射光の割合が著しく低く、反射型としての表示と透過型としての表示との間での表示具合の差が大きいといった問題もあった。

【0006】一方、カラーフィルタなしに色表示を行う液晶表示装置として、ECB（複屈折効果）型の液晶表示装置がある。

【0007】反射型の ECB 型液晶表示装置は、一対の基板間に液晶を挟んでなる液晶セルの両外面に、偏光軸を有する偏光板を配置させ、一方の偏光板の下部に反射板を設けた構成になっている。このような液晶表示装置では、外光が他方の偏光板の作用により直線偏光され、この光が液晶を通過する際に液晶の複屈折作用により偏光状態の異なる楕円偏光になり、さらにその後一方の偏光板を通過する際に直接偏光される。この直接偏光された光は反射板で反射され、再び一方の偏光板を透過した後、液晶の複屈折作用により偏光状態の異なる楕円偏光になり、最後に他方の偏光板の偏光作用により所定の波長域の光、つまり所定の色の光として出射される。したがって、上記液晶表示装置は、カラーフィルタなしに液晶の複屈折作用と両偏光板の偏光作用により色表示するものである。ところで、液晶は印加電圧に応じて配列状態が変化するのに伴い偏光性を変える。つまり印加電圧にしたがって液晶から偏光板へ出射される光の偏光状態が変わるので、液晶に加わる印加電圧を制御して同一画素の色を変化することができる。

【0008】しかしながら、このような ECB 型液晶表示装置であっても、図 29 に示すように、入射される光に対する出射する光の割合である出射率が、各色毎に極端に異なり、輝度バランスが著しく損なわれた表示しかできなかった。

【0009】この発明が解決しようとする第一の課題は、明状態において良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有する表示を低消費電力で行うことができる表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。本発明が解決しようとする第二の課題は、各色の輝度バランスの良好な表示を行う液晶表示装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明では、表示装置において、それぞれ電極を有する一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し、一方の透明基板側が表示面である液晶表示パネルと、可視光に対し透過性を示す前電極と可視光に対し反射性を示す後電極と前記前電極及び後電極の間に配置され、実質的に可視光に対し透過性を示し、前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印

加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層とを有し、液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、を備えることを特徴としている。

【0011】請求項1記載の発明においては、表示面から液晶表示パネルに入射された光は、液晶表示パネルの液晶を通過した後、有機ELパネルの後電極に反射され、再び液晶を通過し表示面から出射し表示する。また、有機ELパネルの前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加すると、有機エレクトロルミネッセンス層に電子と正孔とが注入され、有機エレクトロルミネッセンス層内において電子と正孔との再結合に伴った発光が生じ、この光を液晶を通過して表示面から出射する。有機ELパネルは、電極や有機エレクトロルミネッセンス層を極めて薄く設定できるので、これら部材の光吸収による損失が少なく、反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面から出射することができるとともに、表示光を通過する部材の厚さに比して顕著になる表示像のズレが小さい表示を行うことができる。したがって、半透過半反射板を用いることなしに発光効率の良い反射表示及び透過表示ができるので透過表示での消費電力を小さくすることができる。

【0012】また、有機エレクトロルミネッセンス層内には任意の発光材料を添加することにより、有機ELパネルの発光色を任意に設定することができるので、液晶や偏光板等の作用による表示光の色及び輝度を補正することができ、色純度や輝度バランスを向上することができる。

【0013】請求項11記載の発明では、表示装置の駆動方法において、それぞれ電極が設けられた一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し一方の透明基板側に表示面を有する液晶表示パネルと、可視光に対し透過性を示す前電極と可視光に対し反射性を示す後電極と前電極及び後電極の間に配置され実質的に可視光に対し透過性を示し前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層とを有し、液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、を備え、液晶表示パネルの表示面から液晶に入射された光を有機ELパネルの後電極で反射し表示面に出射する反射表示と、前記前電極及び後電極の間に印加された電圧により発光する前記有機ELパネルの光を前記液晶表示パネルの前記液晶を介し前記表示面から出射する透過表示と、を切り替えることを特徴としている。

【0014】反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面から出射することができるとともに表示像のズレが小さい表示を行うことができ、有機エレクトロルミネッセンス層内には任意の発光材料を添加することにより、有機ELパネルの発光色を任意に設定することができるので、液晶や偏光板等の作用による表示光の色及び輝度を補正することができ、色純度や輝度バランスを向上することができる。さらに、環境（周囲の

明るさ）に応じて反射表示と反射表示より消費電力の大きい透過表示とを切り替えることができるので消費電力の浪費を抑制することができ、本発明の表示装置を携帯用として用いればバッテリーの交換無しに長時間の連続表示が可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る表示装置の詳細を実施形態に基づいて説明する。

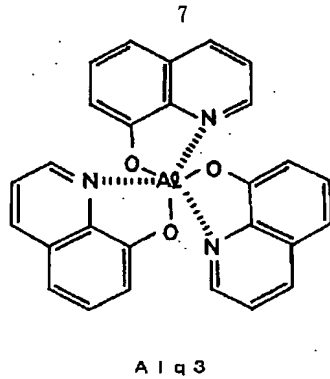
（実施形態1）図1は、この発明に係る表示装置の実施形態1を示す断面図である。同図中11は表示装置であり、相対的に後方に配置された有機EL発光素子12と、この有機EL発光素子12の前方に配置された液晶表示部13と、から大略構成されている。

【0016】まず、有機EL発光素子12の構成について説明する。有機EL発光素子12は、例えばガラスとなる基板14の上に、後部電極としての、光反射性の金属、例えばMgInとなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力（eV）が、後述する電子輸送層16の材料の最低空分子軌道（LUMO）の準位に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近いことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光（400nm以上800nm以下の電磁波）に対し反射性のある材料が望ましい。この反射カソード電極15は、液晶表示部13の表示領域と対応する形状・面積をもつ。また、反射カソード電極15は、任意の膜厚となるようにスパッタ法などを用いて成膜することができ、反射面が平滑な鏡面構造である。

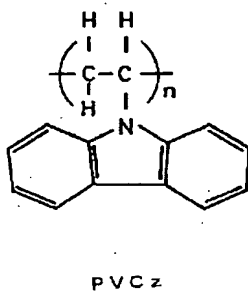
【0017】反射カソード電極15の上には、同様に表示領域と対応する形状・面積を有する、Alq3となる電子輸送層16が形成されている。この電子輸送層16の膜厚は、20nm～100nm程度であり、蒸着法を用いて形成されている。また、電子輸送層16の上には、PVCzとBNDと発光材料を適宜混合してなる正孔輸送層17が、ディップコートまたはスピンコート法等の湿式成膜により形成されている。この正孔輸送層17の膜厚は、20nm～100nm程度に設定されている。BNDは、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約10/100～20/100の割合で混入され、正孔輸送層17内への正孔の注入及び輸送とを促すようなアノード電極に対し相対的なバンドギャップを持っている。そして、これら電子輸送層16と正孔輸送層17とで、エレクトロルミネッセンス層18を構成している。このエレクトロルミネッセンス層18の膜厚は、約0.15μmとなる。なお、以下にAlq3、PVCz、BNDの構造式を示す。

【0018】

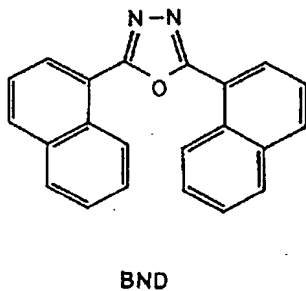
【化1】



【化2】

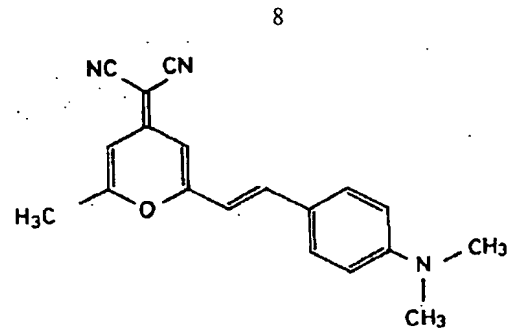


【化3】



【0019】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 材料からなるドーパントであり、正孔輸送層及び／又は電子輸送層にドーパされている。赤色ドーパントとしては、4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (以下、DCM1) があり、図16に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。以下にDCM1の構造式を示す。

【化4】



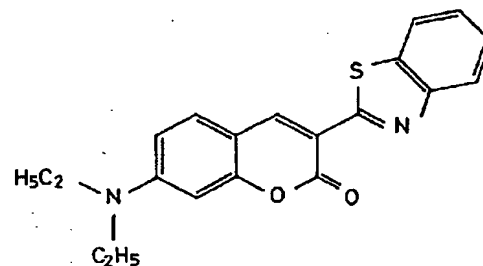
10

DCM1

緑色ドーパントとして、3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (以下、クマリン6) があり、図16に示すように500nm～550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリン6の構造式を示す。

【化5】

20

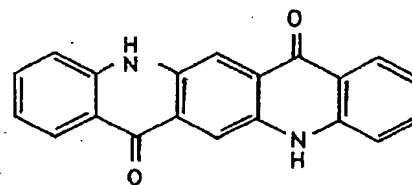


クマリン6

30

他の緑色ドーパントとして、quinaquidone (以下、キナクリドン) がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

【化6】



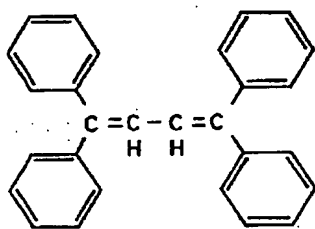
キナクリドン

40

青色ドーパントとしては、tetraphenylbenzidine (以下、TPB)、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)biphenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biphenyl、tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。以下にTPBの構造式を示す。

【化7】

9



TPB

10

面に、ブラックマスク 26、カラーフィルタ 27 が適宜配置・形成されている。カラーフィルタ 27 は赤色、緑色、青色の各色をそれぞれ分光する R フィルタ、G フィルタ、B フィルタから構成され、R フィルタ、G フィルタ、B フィルタはそれぞれストライプ状または、後述する画素電極 30 に対応したドット配列をしている。また、これらブラックマスク 26 およびカラーフィルタ 27 の上には、透明性を有する保護膜 28 が形成され、保護膜 28 上に ITO からなる可視光に対し 70% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面にわたって形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる。前配向膜 29 が形成されている。一方、後透明基板 21 の対向内側面には、ITO でなる画素電極 30 および画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である薄膜トランジスタ (TFT) 31 が、画素配列に従って多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列や、対応するカラーフィルタの R、G、B を 1 周期とした画素電極 30 の列に隣接する列の画素電極 30 が半周期ずらした、いわゆるデルタ配列等がある。TFT 31 は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これら TFT 31 を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜 34 がパターン形成され、画素電極 30 上及び層間絶縁膜 34 上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜 32 が形成されている。

【0023】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 材料からなるドーパントであり、正孔輸送層及び／又は電子輸送層にドーパされている。赤色ドーパントとしては、4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (以下、DCM1) があり、図 16 に示すように 600 nm 付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。以下に DCM1 の構造式を示す。

【化 4】

【0024】緑色ドーパントとして、3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (以下、クマリン 6) があり、図 16 に示すように 500 nm ~ 550 nm 間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリン 6 の構造式を示す。

【化 5】

【0025】他の緑色ドーパントとして、quinaquidone (以下、キナクリドン) がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

【化 6】

【0026】青色ドーパントとしては、tetraphenylbenzidine (以下、TPB)、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)biphenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biph

赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz 単位ユニットに対するモル比率が約 1/100 ~ 4/100 の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0020】エレクトロルミネッセンス層 18 の上には、全面にアノード電極 19 が形成されている。このアノード電極 19 は、外光および有機 EL 発光素子 12 で発光される光に対して透過性を有する電極材料、例えば ITO で形成され、その膜厚は約 0.05 μm に設定されている。

【0021】以上、表示装置 11 の有機 EL 発光素子 12 の構成について説明したが、上記したように、エレクトロルミネッセンス層 18 の膜厚を薄くできる理由は、有機膜の成膜制御性が良いことと、材料の電荷注入性などを始めとする特性に起因するものであり、特に有機 EL 発光素子とすることにより実現し得たものである。そして、エレクトロルミネッセンス層 18 とアノード電極 19 とを合わせた膜厚も、0.1 μm ~ 0.2 μm 程度と薄いものであるため、入射する外光の吸収による減衰を極僅かとすることができる。また、このような有機 EL 発光素子 12 では、後記する作用で述べるように、外光が、アノード電極 19 で反射したり、反射力ソード電極 15 で反射したりすることにより、表示画面にフリッカ (ちらつき現象) が発生したり、表示画面が部分的に継続して輝く現象 (きらきら) が発生するのを抑制することができる。

【0022】次に、液晶表示部 13 の構成の概略を説明する。図 1 に示すように、液晶表示部 13 は、対をなす前透明基板 20 側および後透明基板 21 側と、図示しないシール材と、で形成される間隙に、例えば略 90° にツイストネマティック配向された TN 液晶 22 が封止されて液晶セルが構成されている。そして、前透明基板 20 の前方には前偏光板 23 が配置され、後透明基板 21 の後方には後偏光板 24 が配置されている。前偏光板 23 と後偏光板 24 とは、それぞれの偏光軸が互いに直交し、かつ液晶の配向に合わせて配置されている。前透明基板 20 側の詳しい構成は、前透明基板 20 の対向内側

enyl, tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。以下にTPBの構造式を示す。

【化7】

【0027】赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVC単位ユニットに対するモル比率が約1/100~4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0028】エレクトロルミネッセンス層18の上には、全面にアノード電極19が形成されている。このアノード電極19は、外光および有機EL発光素子12で発光される光に対して透過性を有する電極材料、例えばITOで形成され、その膜厚は約0.05μmに設定されている。

【0029】以上、表示装置11の有機EL発光素子12の構成について説明したが、上記したように、エレクトロルミネッセンス層18の膜厚を薄くできる理由は、有機膜の成膜制御性が良いことと、材料の電荷注入性などを始めとする特性に起因するものであり、特に有機EL発光素子とすることにより実現し得たものである。そして、エレクトロルミネッセンス層18とアノード電極19とを合わせた膜厚も、0.1μm~0.2μm程度と薄いものであるため、入射する外光の吸収による減衰を極僅かとすることができ。また、このような有機EL発光素子12では、後記する作用で述べるように、外光が、アノード電極19で反射したり、反射カソード電極15で反射したりすることにより、表示画面にフリッカ（ちらつき現象）が発生したり、表示画面が部分的に継続して輝く現象（きらきら）が発生するのを抑制することができる。

【0030】次に、液晶表示部13の構成の概略を説明する。図1に示すように、液晶表示部13は、対をなす前透明基板20側および後透明基板21側と、図示しないシール材と、で形成される間隙に、例えば略90°にツイストネマティック配向されたTN液晶22が封止されて液晶セルが構成されている。そして、前透明基板20の前方には前偏光板23が配置され、後透明基板21の後方には後偏光板24が配置されている。前偏光板23と後偏光板24とは、それぞれの偏光軸が互いに直交し、かつ液晶の配向に合わせて配置されている。前透明基板20側の詳しい構成は、前透明基板20の対向内側面に、ブラックマスク26、カラーフィルタ27が適宜配置・形成されている。カラーフィルタ27は赤色、緑色、青色の各色をそれぞれ分光するRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタから構成され、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタはそれぞれストライプ状または、後述する画素電極30に対応したドット配列をしている。また、これらブラックマスク26およびカラーフィルタ27の上には、透明性を有する保護膜28が形成され、保

護膜28上にITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる。前配向膜29が形成されている。一方、後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30および画素電極30に接続されたスイッチング素子である薄膜トランジスタ(TFT)31が、画素配列に従って多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列や、対応するカラーフィルタのR、G、Bを1周期とした画素電極30の列に隣接する列の画素電極30が半周期ずらした、いわゆるデルタ配列等がある。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0031】以下、このような構成の表示装置11を外光を反射させて用いる場合（明状態で用いる場合）と、有機EL発光素子12を発光駆動させて用いる場合（暗状態で用いる場合）の作用・動作を説明する。

【0032】（明状態で用いる場合）この表示装置11を明状態で用いる場合は、有機EL発光素子12をオフ状態にして用いる。図1の矢印aは外光である入射光を示し、矢印bは出射光を示す。まず、入射光aは、液晶表示部13を通過して有機EL発光素子12に入射する。入射光aは、前偏光板23、液晶22、後偏光板24の偏光作用を受け、有機EL発光素子12に入射される。この入射光aは、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18を通過して反射カソード電極15で反射される。このとき、実際の反射は、概して図2で示すことができる。なお、図においてアノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18の光屈折率は無視して示している。同図に示すように、入射光aは、反射カソード電極15で反射する出射光bとアノード電極19の表面で極一部が反射する出射光b₁とに主に分かれる。これら出射光bと出射光b₁との距離dは、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18との膜厚の和をt、入射角をθとすると、 $d = t \cdot \sin 2\theta / \cos \theta$ で表すことができる。ここで、入射角θ=30°とすると、t=0.2μmであるとすれば、d=0.2μm程度となる。このように、本実施形態では、有機EL材料を用いたことにより、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18との膜厚の和を小さく抑えることができるため、反射光b、b₁の距離dは極短くなる。なお、エレクトロルミネッセンス層18の屈折率を加味しても略同様の値となる。このため、反射光b、b₁が液晶表示部13に入射して前方に出射された場合に、二重の表

示光が形成されても、その間隔は肉眼では無視できる程短いため、画面にフリッカ（ちらつき現象）を発生させたり、表示画面が部分的に継続して輝く現象（きらきら）を発生させることはない。また、入射光aが反射カソード電極15で反射されたときに、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18との膜厚は極めて薄いため、出射光bは光量の損失が小さく、表示に対して十分な光量を確保することができる。

【0033】（暗状態で用いる場合）この表示装置11を暗状態で用いる場合は、有機EL発光素子12をオン状態にして用いる。このときの有機EL発光素子12の概略的なエネルギーダイアグラムを図3に示す。図3にPVCz、BND及び発光材料からなる正孔輸送層とAlq3からなる電子輸送層の2層構造の有機EL素子の発光プロセスを示す。ここで、有機carrier輸送層内での電子の移動性は、各材料のlowest unoccupied molecular orbital (LUMO) の準位に依存され、正孔の移動性は、highest occupied molecular orbital (HOMO) の準位に依存され、言い換えれば、これら電荷を有する粒子の移動は、各材料の固有のバンドギャップの上限と下限とに反映される。電極を含む全体としては、電子は各材料の電子親和力(eV)に反映され、正孔は各材料のイオン化エネルギー(eV)に反映されることになる。

【0034】まず、カソード電極から電子輸送層(ETL)への電子の注入に関しては、cathodeの電子親和力とAlq3のLUMOとの間のポテンシャル障壁があるが、cathode及びanode間に所定値の電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。そして、アノード電極から正孔輸送層(HTL)への正孔の注入に関しては、anodeのイオン化エネルギーとHTL内の材料のHOMOとの間のポテンシャル障壁があるが、cathode及びanode間に電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。

【0035】次にHTL内の正孔の移動については、図4に示すように、PVCzとBNDとの混合により形成されたトラッピングサイトを移動するホッピング伝動が主体となる。つまり、anodeのイオン化エネルギーとBNDのHOMOとの差であるgapAを電圧の印加により乗り越えた正孔は、BNDのHOMOとPVCzのHOMOとの間のgapBを次々と乗り越えてETLに向かう。また、Alq3に注入された電子の一部は、電圧の印加によりgapEを乗り越えるが、gapDが大きいためHTLにおけるETLとの界面付近に留まり、HTL内を輸送される正孔と再結合を起こし、電荷を持たない1重項励起子を発生させる。残りの電子は、ETL内で注入された正孔と再結合を起こし1重項励起子を発生させる。1重項励起子は10nm程度の不規則な移動をした後、失活に至るが、発光材料に補足され、所定波長域の可視光を発光する。

【0036】図5は単層のPVCzと、クマリン6がドーブされたPVCz層と、エタノール中に 2.85×10^{-5} (mol/l) で存在するクマリン6の、それぞれの光吸収スペクトルである。図中、破線(a)は、PVCzの吸収スペクトルであり、実線(b)は、クマリン6がドーブされたPVCz層の吸収スペクトルであり、一点鎖線(c)は、クマリン6のエタノール溶液の吸収スペクトルである。実線(a)及び実線(b)からクマリン6は、PVCz中では400nm~500nm付近に吸収ピークを有し、PVCz自体は主に、350nm以下の光を吸収する性質を有している。

【0037】図6はPVCz単層のEL（エレクトロルミネッセンス）特性とPL（フォトルミネッセンス）特性のスペクトル図である。図中破線が電圧の印加による発光スペクトルで、実線が所定の波長域の光の吸光による発光スペクトルである。PVCzは400nm近傍にELピーク及びPLピークを有している。

【0038】図5、6よりPVCzの単層型の場合、電子と正孔との再結合によりPVCz自体が400nm近傍にピークを有する発光を生じ、この一部をクマリン6が吸収し、発光するという二重の発光になっているが、本実施形態の2層構造の有機EL発光素子12では、図16に示すようにPVCzは400nmピークの発光が、ほとんどなく、発光材料の発光のみが確認されていることから変換効率が極めて良好に行われていることが推察される。

【0039】このような作用により、本実施形態の有機EL発光素子12は、低電圧条件で駆動を行うことができ、低消費電力化を達成することができる。このため、表示装置11の携帯性を高めることができる。また、有機EL素子12での発光は、上記したように正孔輸送層17と電子輸送層16との界面近傍で起こるため、実質的には正孔輸送層17とアノード電極19を膜厚方向に光が通過すればよく、光量の損失がほとんどない。このため、十分な光量の表示用光を発生させることができる。さらに、エレクトロルミネッセンス層を有機化合物で構成したことにより、平滑で均一な膜厚の成膜が行えるため、発光の面内均一性の良好な照明とすることができる。なお、暗状態で用いる場合は、上記したように低消費電力化が図られているため、電池駆動を行ってもよく、コンセントから電源をとって駆動させてもよい。

【0040】以上、実施形態1について説明したが、ここでエレクトロルミネッセンス層として無機EL材料を用いた場合と、上記した実施形態1とを比較して検討する。実施形態1においては、エレクトロルミネッセンス層の膜厚が約0.15μmであり、スピンコーティング法を用いて平坦に形成することができる。これに対して、無機EL材料、例えばチタン系のEL材料をエレクトロルミネッセンス層に適用すると、適切な実効電界と発光が得られるEL膜厚は数十μmとなる。このため、

上記実施形態1において図2を用いて説明した反射光どうしの距離dは、無機EL発光素子の場合に、実施形態1の距離dより大幅に長くなる。また、実施形態1においては、発光メカニズムがエレクトロルミネッセンス層中に注入された電子と正孔との再結合により光が放出される。このようなエレクトロルミネッセンス層は半導体的にとらえることができる。これに対し、無機EL発光素子においては、電子がエレクトロルミネッセンス層中にトンネル効果などで導入され、エレクトロルミネッセンス層に印加されている高電界で加速されて蛍光中心に衝突してエネルギーを与えることにより発光を起こしていると考えられている。すなわち、無機EL発光素子のメカニズムは、絶縁破壊的にとらえることができる。この点から考えると、有機系エレクトロルミネッセンス層を用いた場合の方が、無機系エレクトロルミネッセンス層を用いた場合よりも、低消費電力化を図り易いといえる。なお、無機EL発光素子では発光材料を発光層内に添加することができないので、有機EL発光素子のように任意の色を発光するような制御が極めて困難である。

【0041】本実施形態では、カラーフィルタ27による色と有機EL発光素子12による色の両方の設定を行うことができ、カラーフィルタ27だけでは困難であった、目的に応じた色の表示が可能となる。上記実施形態では、反射カソード電極15は、反射面が平滑な鏡面構造であったが、反射面に凹凸を形成し散乱させる構造を適用すれば液晶表示の視野角も広がるとともに均一な表示を行うことができる。また、有機EL素子は、任意の波長域の光を発光する発光材料を添加することにより発光色の設定ができる点で、無機EL素子より優れている。このため、本実施形態においては、直線偏光する偏光板や楕円偏光する位相差板や液晶の構成に加え、有機EL発光素子12の発光色により表示色を設定することができるのでより幅の広い色の選択が可能となる。

【0042】(実施形態2)図7は、本発明の表示装置の実施形態2を示す断面図である。本実施形態の表示装置11においては、液晶表示部13の構成は上記した実施形態1と同様である。有機EL発光素子12の構成は、基板14が液晶表示部13に対向するように(前側に)配置され、基板14の後面に順次、アノード電極19、エレクトロルミネッセンス層18、反射カソード電極15が形成された構成である。なお、エレクトロルミネッセンス層18の構成材料は、上記した実施形態1と同様である。本実施形態においても、上記実施形態1と同様に、有機EL発光素子12の消費電力を低くでき、また、面内均一性の良好な発光を行わせることができる。さらに、本実施形態においても、実施形態1と同様に外光の光量の損失を抑制して良好なコントラストを有する表示を可能にする。本実施形態では、基板14上にアノード電極19を配置し、製造プロセス中の各工程のフォトレジストエッチング液等に劣化しやすい反射カソ

ード電極15を最後に形成することができるので、品質の良好な有機EL発光素子12を提供することができる。

【0043】(実施形態3)図8は、本発明の表示装置の実施形態3を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13が、上記した実施形態1における後偏光板24を省略できる液晶モードを採用したものである。また、有機EL発光素子12は、液晶表示部12の後透明基板21の後面へ一体的に、順次、アノード電極19、エレクトロルミネッセンス層18、反射カソード電極15が形成されてなる。本実施形態における他の構成は、後偏光板24がない点を除けば上記した実施形態2と同様である。このような構成としたことにより、有機EL発光素子12と液晶表示部13とが一体化した表示装置11を実現でき、より薄型でコンパクトな構造とすることができる。なお、本実施形態における作用・動作は、上記した実施形態2と同様である。

【0044】(実施形態4)図9は、本発明の表示装置の実施形態4を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13の構成が上記した実施形態1と同様である。有機EL発光素子12は、上記した実施形態1の反射カソード電極15が透明電極材料でなるカソード電極15aに置き換えられた構成である。また、有機EL発光素子12の後方には、入射光を散乱させる拡散反射板33が配置されている。このような構成とすることにより、図6に示すように、明状態では外光である入射光aは、液晶表示部13と有機EL発光素子12とを通過し、拡散反射板33で反射されて反射光bとなる。このとき、実際には反射光bは拡散反射板33で散乱されて単一の光線ではなく多方向に進む多数の光線となる。このため、液晶表示部13に後方から入射する光の面内均一性を高めることができる。暗状態では、有機EL発光素子12を駆動して表示用光cを発光させることにより、液晶表示部13の液晶の配向に応じた表示が可能となる。本実施形態においては、上記したように、拡散反射板33の表面に入射光aが当たると、この入射光aが散乱されて反射光の均一化を図ることができる。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態1と略同様である。

【0045】(実施形態5)図10は、本発明の表示装置の実施形態5を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13の前偏光板23の前面に拡散板41を設けた点を除けば、実施形態1と同様の構成である。拡散板41は、互いに異なる屈折率の層が複数積層された板であり、入射された光が各層の界面で反射、透過を繰り返し起こすことにより光の進行方向を拡散させる機能を有する。このような構造の表示装置では、反射型としては、入射光aが1度拡散板41に拡散された後、液晶22に入射し反射カソード電極15の反射により反射された出射光bが前偏光板23を透過した

後、再び拡散板 41 に拡散されるので、二重に拡散されることから、より液晶表示の視野角も広がるとともに均一な輝度の表示を行うことができる。また、透過型の場合でも 1 度拡散されるので、優れた表示を行うことができる。

【0046】（実施形態 6）図 11 は、本発明の表示装置の実施形態 6 を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部 13 と有機 EL 発光素子 12 との間に拡散板 42 を設けた点を除けば、実施形態 1 と同様の構成である。拡散板 42 は、互いに異なる屈折率の層が複数積層された板であり、入射された光が各層の界面で反射、透過を繰り返して起こすことにより光の進行方向を拡散させる機能を有する。このような構造の表示装置では、反射型としては、入射光 a が液晶 22 を通過した後拡散板 42 により拡散され、反射カソード電極 15 の反射により反射された出射光 b が再び拡散板 42 に拡散されるので、二重に拡散されることから、より液晶表示の視野角も広がるとともに均一な輝度の表示を行うことができる。また、透過型の場合でも 1 度拡散されるので、優れた表示を行うことができる。

【0047】（実施形態 7）図 12 は、本発明の表示装置の実施形態 7 を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部 13 の後偏光板 24 が無い点を除けば、実施形態 1 と同様の構成である。実施形態 1 では、反射型として外光が後偏光板 24 を 2 度透過し、透過型として 1 度しか透過してないため、反射型と透過型での輝度の差が比較的大きいのに対して、本実施形態では偏光板を 1 枚にしたのでより透過性が良好になり、反射型と透過型での輝度の差を小さくすることができる。

【0048】（実施形態 8）図 13 は、本発明の表示装置の実施形態 8 を示す断面図である。同図中 11 は、表示装置であり、液晶表示部 13 と、相対的に後方に配置された有機 EL 発光素子 12 と、から大略構成される。有機 EL 発光素子 12 は、ガラスでなる基板 14 の上に、低仕事関数の光反射性の金属、例えば MgIn でなる反射カソード電極 15 が形成されている。なお、反射カソード電極 15 の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力 (eV) が、電子輸送層 16 の材料の最低空分子軌道 (LUMO) の準位に反映される電子輸送層 16 材料の電子親和力に近いことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光 (400 nm 以上 800 nm 以下の電磁波) に対し反射性のある材料が望ましい。反射カソード電極 15 上には、Alq3 からなる電子輸送層 16 と、PVCz と BND と発光材料とが混在された正孔輸送層 17 と、が順次積層されてなるエレクトロルミネッセンス層 18 が形成されている。エレクトロルミネッセンス層 18 上には、アノード電極 19 が積層されている。

【0049】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 材料からなるドーパントであり、正孔輸送層及び／又は電子輸送層にドーパされている。赤色ドーパントとしては、DCM1 があり、図 16 に示すように 600 nm 付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。緑色ドーパントとしてクマリン 6 があり、図 16 に示すように 500 nm ~ 550 nm 間にピークを有する緑色の発光を示す。他の緑色ドーパントとして、キナクリドンがある。青色ドーパントとしては、TPB を適用される。他の青色ドーパントとしては、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)bi-phenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biphenyl、tetraphenylbutadiene 誘導体、cyclopentadiene 誘導体、oxadiazole 誘導体等がある。赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz 単位ユニットに対するモル比率が約 1/100 ~ 4/100 の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0050】液晶表示部 13 は、有機 EL 発光素子 12 のアノード電極 19 の外面側に配置され、両外面にそれぞれ前偏光板 23、後偏光板 24 が設けられた一対の前透明基板 20 と後透明基板 21 との間に液晶 45 を封入した構造となっている。前透明基板 20 は、対向内側の面に、ITO からなる可視光に対し 70% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面にわたって形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜 29 が形成されている。後透明基板 21 の対向内面側には、ITO でなる画素電極 30 及び画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である TFT31 が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31 は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これら TFT31 を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜 34 がパターン形成され、画素電極 30 上及び層間絶縁膜 34 上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜 32 が形成されている。

【0051】前配向膜 29 と後配向膜 32 との間には、所定方向に初期配向された液晶 45 が介在している。液晶 45 の分子は、配向膜 29、32 の上における配向方向を配向膜 29、32 で規制され、前配向膜 29、32 面に対し僅かなプレチルト角で傾斜した状態で、一方の基板側から他方の基板側に向かって $75^{\circ} \pm 10^{\circ}$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向している。

【0052】そして、この表示装置 11 においては、液晶 45 の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d との積である $\Delta n d$ の値と、表裏一対の偏光板 23、24 の透過軸の向

きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、液晶表示部 13 の両基板 20、21 の電極 30、25 間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0053】図 14 は、上記液晶表示部 13 の液晶分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶表示部 13 の $\Delta n d$ の値を $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ に設定するとともに、偏光板 23、24 はそれぞれの透過軸 23a、24a を次のような向きにして配置されている。

【0054】すなわち、図 14 のように、液晶表示部 13 の一方の基板、例えば基板 21 の近傍における液晶分子配向方向（配向膜 32 のラビング方向）21a は、液晶表示部 13 の横軸 S に対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の基板 20 の近傍における液晶分子配向方向（配向膜 32 のラビング方向）20a は、前記横軸 S に対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、基板 21 から基板 20 に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0055】そして、液晶表示部 13 の基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a を 0° の方向とすると、液晶表示部 13 の基板 21 に対向する偏光板 24 の透過軸 24a は、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、液晶表示部 13 の基板 20 に対向する偏光板 23 の透過軸 23a は、前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0056】この実施形態のカラー液晶表示装置は、液晶表示部 13 の液晶層の複屈折作用と一対の偏光板 23、24 の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置においては、偏光板 23 を透過して入射した直線偏光が、液晶表示部 13 を通る過程でその液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって偏光板 24 に入射して、この偏光板 24 を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極 15 で反射され、前記偏光板 24 と液晶表示部 13 と偏光板 23 とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0057】なお、反射カソード電極 15 で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶表示部 13 の液晶層により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とほぼ同じ直線偏光となって偏光板 23 に入射するため、この偏光板 23 を透過して出射する光は、反射カソード電極 15 で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0058】そして、前記液晶表示部 13 の液晶層の複屈折作用は、この液晶層への印加電圧に応じた液晶分子

の配向状態の変化によって変化し、それにもなって前記偏光板 24 に入射する光の偏光状態が変化するため、この偏光板 24 を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化する。

【0059】すなわち、液晶表示部 13 の電極 25、30 間に電圧を印加すると、液晶分子がツイスト配向状態を保ちつつ立上がり配向し、この液晶分子の立上がり角が大きくなるにつれて液晶層の複屈折作用が小さくなるが、液晶表示部 13 の液晶層の複屈折作用が変化すると、液晶表示部 13 を透過して偏光板 24 に入射する光の偏光状態が変化するため、この偏光板 24 を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化する、その光が反射カソード電極 15 で反射されて液晶表示部 13 の表面側に出射する。

【0060】このように、このカラー液晶表示装置の出射光の色、つまり表示色は、電極 25、30 間に印加する電圧に応じて変化する。このカラー液晶表示装置の 1 つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0061】図 15 は上記カラー液晶表示装置の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図 15 のように、上記カラー液晶表示装置の表示色は、液晶表示部 13 の電極 25、30 間に電圧を印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間に印加する電圧を高くしてゆくのにともなって、矢印方向、すなわち赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0062】また、黒の表示状態における出射率を $R(\text{min})$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5 V のときで $R(5 \text{ V})$ 、印加電圧が 7 V のときで $R(7 \text{ V})$ とすると、上記カラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\text{min}) = 2.78\%$$

$$R(5 \text{ V}) = 22.85\%$$

$$R(7 \text{ V}) = 29.55\%$$

である。

【0063】そして、上記カラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5 V としたときのコントラストを $CR(5 \text{ V})$ 、白を表示させるための印加電圧を 7 V としたときのコントラストを $CR(7 \text{ V})$ とすると、

$$CR(5 \text{ V}) = 8.22$$

$$CR(7 \text{ V}) = 10.63$$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7 V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5 V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0064】このような表示色とコントラストは、液晶表示部 13 の液晶 45 の分子が基板 21 側から基板 20

側に向かって $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角で所定の方にツイスト配向しており、この液晶表示部 13 の $\Delta n d$ の値が $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ であるとともに、基板 21 の近傍における液晶分子の配向方向 21 a を 0° の方向としたとき、偏光板 24 の透過軸 24 a が液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、偏光板 23 の透過軸 23 a が前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定されていることを条件として得られるものであり、これらの条件が前記範囲を外されると、その度合が大きくなるにつれて、コントラスト、表示色の順で表示品質が悪くなる。

【0065】したがって、このカラー液晶表示装置によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0066】また、透過型として用いる場合、従来の ECB 液晶表示装置は、図 29 に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。有機 EL 発光素子 12 では、赤色ドーパントとして DCM1、緑色ドーパントとしてクマリン 6、青色ドーパントとして TPB を適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機 EL 発光素子 12 では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができるので、目的に応じた表示色の色及び輝度を制御することができる。

【0067】（実施形態 9）図 17～図 19 はこの発明の実施形態 9 を示しており、図 17 はカラー液晶表示装置の断面図である。この実施形態の表示装置 11 は、液晶表示部 13 と、相対的に後方に配置された有機 EL 発光素子 12 と、から大略構成される。液晶表示部 13 は、一対の前透明基板 20 と後透明基板 21 との間に液晶 45 が封入され、前透明基板 20 の外側面に位相差板 49 が配置され、位相差板 49 の外面側に前偏光板 23 が配置され、後透明基板 21 の外面側に後偏光板 24 が配置された構造となっている。前透明基板 20 は、対向内側の面に、ITO からなる可視光に対し 70% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面にわたって形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜 29 が形成されている。後透明基板 21 の対向内側面には、ITO でなる画素電極 30 及び画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である TFT 31 が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT 31 は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートライン

に接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これら TFT 31 を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜 34 がパターン形成され、画素電極 30 上及び層間絶縁膜 34 上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜 32 が形成されている。前配向膜 29 と後配向膜 32 との間には、所定方向に初期配向された液晶 45 が介在している。

【0068】この実施形態のカラー液晶表示装置においては、液晶表示部 13 内部に封止された液晶 45 の $\Delta n d$ の値と、位相差板 49 のリタデーションの値と、表裏一対の偏光板 23、24 の透過軸及び位相差板 49 の遅相軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、電極 25、30 間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0069】図 18 は、封止された液晶分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸及び位相差板 49 の遅相軸の向きを表示装置 11 の表示面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$ の値を $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ に設定し、位相差板 49 としてリタデーションの値が $60 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ のものを用いるとともに、表側及び裏側偏光板 23、24 をその透過軸 23 a、24 a を次のような向きにして配置し、前記位相差板 49 をその遅相軸 49 a を次のような向きにして配置している。

【0070】すなわち、図 18 のように、一方の基板、例えば裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21 a は、液晶表示部 13 の横軸 S に対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の表面側基板 20 の近傍における液晶分子配向方向 20 a は、前記横軸 S に対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、裏面側基板 21 から表面側基板 20 に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0071】そして、裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21 a を 0° の方向とすると、裏面側基板 21 に対向する裏側偏光板 24 の透過軸 24 a は、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板 20 に対向する表側偏光板 23 の透過軸 23 a は、前記ツイスト方向と逆方向に $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板 49 の遅相軸 49 a は、前記ツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0072】この実施形態の表示装置 11 は、液晶表示部 13 の液晶層の複屈折作用及び位相差板 49 の複屈折作用と一対の偏光板 23、24 の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置においては、表側偏光板 23 を透過して入射した直線偏光が、位相差板 49 と液晶 45 を通る過程で前記位相差板 49 の

複屈折作用及び液晶 45 の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって裏側偏光板 24 に入射して、この裏側偏光板 24 を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極 15 で反射され、前記裏側偏光板 24 と液晶 45 と位相差板 49 と表側偏光板 23 とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0073】なお、反射カソード電極 15 で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶 45 及び位相差板 49 により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とはほぼ同じ直線偏光となって表側偏光板 23 に入射するため、この表側偏光板 23 を透過して出射する光は、反射カソード電極 15 で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0074】そして、液晶 45 の複屈折作用は、この液晶 45 への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化し、それにもなって裏側偏光板 24 に入射する光の偏光状態が変化するため、この裏側偏光板 24 を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が

変化し、その光が反射カソード電極 15 で反射されて表示装置 11 の表面側に出射する。

【0075】したがって、この表示装置 11 の出射光の色、つまり表示色は、電極 30、25 間に印加する電圧に応じて変化する。

【0076】この表示装置 11 の 1 つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0077】図 19 は表示装置 11 の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図 19 のように、表示装置 11 の表示色は、電極 25、30 間に電圧と印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0078】また、この実施形態の表示装置 11 における黒の表示状態の出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5 V のときで $R(5V)$ 、印加電圧が 7 V のときで $R(7V)$ とすると、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 3.30\%$$

$$R(5V) = 23.64\%$$

$$R(7V) = 28.91\%$$

である。

【0079】そして、このカラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5 V としたときのコントラストを CR

(5V)、白を表示させるための印加電圧を 7 V とした

ときのコントラストを CR (7V) とすると、

$$CR(5V) = 7.16$$

$$CR(7V) = 8.76$$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7 V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5 V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0080】したがって、この表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0081】なお、上記実施形態では、図 18 のように、 0° の方向に対して、表側偏光板 23 の透過軸 23a を $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a を $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定したが、この実施形態のように、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$ の値を $800\text{ nm} \sim 1100\text{ nm}$ 、位相差板 49 のリタデーションの値を $60\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ とし、かつ、裏側偏光板 24 の透過軸 24a を前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定する場合は、前記 0° の方向に対して、表側偏光板 23 の透過軸 23a が液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ \sim 60.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a が前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ \sim 52.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向にあれば、白と黒および赤、緑、青を高い色純度で表示することができる。

【0082】(実施形態 10) 次に実施形態 10 について以下に説明する。実施形態 10 では、表示装置 11 が、前偏光板 23 の透過軸 23a の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a の方向を除けば、実施形態 9 と同様の構成である。図 20 はこの発明の実施形態 10 を示す。液晶表示部 13 の液晶分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸 23a、24a および位相差板 49 の遅相軸の向きを表示装置 11 の表示側から見た図である。この形態は、 0° の方向 (裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a) に対して、表側偏光板 23 の透過軸 23a を液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a を前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にしたものであり、両基板 20、21 の近傍における液晶分子配向方向 21a、20a と、裏側偏光板 24 の透過軸 24a の向きは図 18 と同じである。

【0083】図 21 は実施形態 10 による表示装置 11 の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図であり、この表示装置 11 の表示色も、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な

色である。

【0084】また、この表示装置 11 における光の出射率は、

$$R(\min) = 2.76\%$$

$$R(5V) = 24.08\%$$

$$R(7V) = 30.60\%$$

である。

【0085】そして、この表示装置 11 における、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを CR(5V) と、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを CR(7V) は、

$$CR(5V) = 8.72$$

$$CR(7V) = 11.09$$

である。

【0086】(実施形態 11) 図 22 および図 23 はこの発明の実施形態 11 を示している。実施形態 11 では、表示装置 11 が、前偏光板 23 の透過軸 23a の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a の方向及び偏光板 24 の透過軸 24a の方向を除けば、実施形態 9 と同様の構成である。図 22 は、この実施形態の表示装置 11 における液晶 45 の分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸 23a、24a および位相差板 49 の遅相軸 49a の向きを液晶表示装置の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 Δnd の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ に設定し、位相差板 49 としてリタデーションの値が $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ のものを用いるとともに、表側及び裏側偏光板 23、24 をその透過軸 23a、24a を次のような向きにして配置し、前記位相差板 49 をその遅相軸 49a を次のような向きにして配置している。

【0087】すなわち、図 22 のように、一方の基板、例えば裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a は、液晶表示部 13 の横軸 S に対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の表面側基板 20 の近傍における液晶分子配向方向 20a は、前記横軸 S に対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、裏面側基板 21 から表面側基板 20 に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0088】そして、裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a を 0° の方向とすると、裏面側基板 21 に対向する裏側偏光板 24 の透過軸 24a は、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板 20 に対向する表側偏光板 23 の透過軸 23a は、前記ツイスト方向と逆方向に $36.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板 49 の遅相軸 49a は、前記ツイスト方向と逆方向に $138.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0089】この実施形態の表示装置 11 は、液晶 45 の複屈折作用及び位相差板 49 の複屈折作用と一対の偏

光板 23、24 の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置の 1 つの画素で表示できる色も、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0090】図 23 は表示装置 11 の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図 23 のように、表示装置 11 の表示色は、電極 25、30 間に電圧と印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0091】また、この実施形態 11 の表示装置 11 における黒の表示状態の出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5V のときで $R(5V)$ 、印加電圧が 7V のときで $R(7V)$ とすると、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 1.85\%$$

$$R(5V) = 22.37\%$$

$$R(7V) = 28.35\%$$

である。

【0092】そして、この表示装置 11 における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを $CR(7V)$ とすると、

$$CR(5V) = 12.09$$

$$CR(7V) = 15.32$$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0093】すなわち、この実施形態 11 の表示装置 11 は、基板 20、21 をはさんで配置された一対の偏光板 23、24 のうちの一方の偏光板 (この実施形態では表側偏光板) 23 と基板 20 との間に 1 枚の位相差板 49 を配置するとともに、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 10^\circ$ とし、さらに液晶 45 の Δnd の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 、位相差板 49 のリタデーションの値を $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ とした場合における赤、緑、青、黒、白の表示色が得られる偏光板 23、24 及び位相差板 49 の配置条件が、実施形態 9、10 の条件の他にも存在することに基づいたものであり、この表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒及び赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0094】(実施形態 12) 図 24 は、本発明の表示装置の実施形態 12 を示す断面図である。同図中 11

は、表示装置であり、液晶表示部13と、有機EL発光素子12と、から大略構成され、後偏光板24がない点を除けば実施形態8と同様の構成となる。このような構造の液晶表示装置では、偏光板を1枚にしたのでより透過性が良好になるので全体の輝度が高くなるとともに、反射型と透過型での輝度の差を小さくすることができる。

【0095】実施形態8～12のようなECB型の液晶表示装置は、透過型として用いる場合、図29に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。実施形態8～12の有機EL発光素子12では、例えば赤色ドーパントとしてDCM1、緑色ドーパントとしてクマリン6、青色ドーパントとしてTPBを適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機EL発光素子12では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができるので、目的に応じた表示色の色及び輝度を制御することができる。

【0096】（実施形態13）図25は、本発明の表示装置の実施形態13を示す断面図である。同図中11は、表示装置であり、液晶表示部13と、有機EL発光素子12と、から大略構成される。液晶表示部13は、有機EL発光素子12のアノード電極19の外側面に配置され、一対の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶51を封入した構造となっている。前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30及び画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTFT31が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶51が介在している。

【0097】液晶51は、相転移（コレステリック・ネマチック）型液晶に二色性染料を添加させた、いわゆる

PCGH液晶や、PD（高分子分散型）液晶、PD液晶等から選択することができる。

【0098】このような、表示装置11では、偏光板、カラーフィルタが一切ないので、反射型と透過型との間の輝度の差がより小さくなるとともに高い輝度の表示を行うことができる。

【0099】上記実施形態1～13では、液晶表示部13と有機EL発光素子12とから構成されたが、これら実施形態の表示装置11の液晶表示部13と有機EL発光素子12との間に図26(a)、(b)に示すような光進行方向制御板53を配置した構造であってもよい。光進行方向制御板53は、ポリカーボネイト、ポリエステル、ポリアクリル等の光透過性材料からなり、屈折率が1.3～1.4に設定されている。また光進行方向制御板53は、その液晶表示部13との対向面側が規則的に凹凸があるマイクロプリズム形状に施され、有機EL発光素子12との対向面側が平滑な面構造になっている。マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角 θ 、 θ' と設定されており、ここで光進行方向制御板53への光の入射角は、液晶表示部13の表示面の表示面側の法線方向の軸、或いは制御板53の平滑な底面の液晶表示部13側の法線方向の軸を、 0° とし、マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角側への傾きを $+(\circ)$ 、逆方向への傾きを $-(\circ)$ で定義する。傾斜角を 25° に設定すると、反射型のときの、入射角が $+30^\circ$ の入射光Xが 0° の出射光として出射することができる。

【0100】以上、実施形態1～実施形態13について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、構成の要旨に付随する各種の変更が可能である。例えば、液晶モードをTN液晶モードの他に、STN液晶モード、ゲスト・ホスト（GH）液晶モード、偏光板を用いないPC（相転移）モード、PDLC（高分子分散型液晶）モード、PDLC/GHモード、コレステリック液晶モード、PC液晶/GHモードなどの各種の液晶モードを液晶表示部13に適用することができる。このような液晶モードに応じて、例えばカラーフィルタの有無や、偏光板の有無などの、液晶表示部の構成も適宜変更することが可能である。

【0101】また、上記した各実施形態では、エレクトロルミネッセンス層18を、Alq3でなる電子輸送層16と、PVCzとBNDと白色発光材料とでなる正孔輸送層17とを接合した構成としたが、他の有機EL材料を用いて、単層のエレクトロルミネッセンス層や、3層以上の構造のエレクトロルミネッセンス層とすることも可能である。

【0102】上記実施形態1～13では、発光材料の水素結合による凝集により発生する濃度消光を抑制するために、有機EL発光素子12において、発光材料を分散するPVCzと発光材料とを混在させているが、Alq

3の中、またはAlq3及び正孔輸送層の中に、Alq3や正孔輸送層の発光波長域の光を吸収し、所定波長域の光を発光する発光材料を添加させても良い。Alq3は、それ自体が正孔と電子との再結合により青緑色に発光するが、例えば、クマリン6と混在させれば、より輝度の高い青緑色を発光することができる。

【0103】各実施形態では、反射カソード電極としてマグネシウム合金を用いたが、ハフニウム(Hf、仕事関数3.63eV)や希土類元素であるスカンジウム

(Sc、仕事関数3.5eV)、イットリウム(Y、仕事関数3.1eV)、ランタン(La、仕事関数3.5eV)、セリウム(Ce、仕事関数2.9eV)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd、仕事関数3.2eV)、プロメチウム(Pm)、サマリウム(Sm、仕事関数2.7eV)、ユウロピウム(Eu、仕事関数2.5eV)、ガドリニウム(Gd、仕事関数3.1eV)、テルビウム(Tb、仕事関数)、ジスプロシウム(Dy)、ホルモエム(Ho)、エルビウム(Er、仕事関数2.97eV)、ツリウム(Tm、イッテルビウム(Yb、仕事関数2.6eV)、ルテチウム(Lu)の、単体やこれらの元素を含む合金であってもよい。

【0104】上記実施形態1~13では、反射カソード電極15は、反射面が平滑な鏡面構造であったが、反射面に凹凸を形成し散乱させる構造を適用すれば均一な面発光を照射することができ、液晶表示の視野角も広がることことができる。

【0105】上記実施形態1~13では、有機EL発光素子12の基板14をガラス基板としたが、1μm~5μm厚の酸化シリコン層あるいはアクリル系の有機絶縁層を基板に適用すれば、より薄い構造にすることができるとともに基板の屈折率の違いによる視差を低減することができる。

【0106】上記実施形態1~13では、液晶表示部13は、TFT31によるアクティブ駆動であったが、液晶を挟んで対向する電極をストライプ形状にした単純マトリクス駆動であってもよい。

【0107】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明によれば、明状態において良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有し、かつ低消費電力で表示を行うことができる携帯性を備えた表示装置を実現するという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る表示装置の実施形態1を示す断面図。

【図2】実施形態1の作用を示す説明図。

【図3】有機EL発光素子における、電子と正孔の注入障壁に対する効果を示すエネルギーダイヤグラム。

【図4】正孔輸送層(HTL)内の正孔の移動メカニズ

ムを示すエネルギーダイヤグラム。

【図5】PVCz、クマリン6がドーブされたPVCz、エタノール中に存在するクマリン6のそれぞれの光吸収スペクトルを示すグラフ。

【図6】PVCzのEL特性とPL特性を示すスペクトル図。

【図7】実施形態2の表示装置を示す断面図。

【図8】実施形態3の表示装置を示す断面図。

【図9】実施形態4の表示装置を示す断面図。

【図10】実施形態5の表示装置を示す断面図。

【図11】実施形態6の表示装置を示す断面図。

【図12】実施形態7の表示装置を示す断面図。

【図13】実施形態8の表示装置を示す断面図。

【図14】液晶表示部の液晶分子の配向状態と各偏光板の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た状態を示す説明図。

【図15】実施形態8のカラー液晶表示装置の表示色の变化を示す色度図。

【図16】クマリン6およびDCM1の波長とEL強度との関係を示すグラフ。

【図17】実施形態9の表示装置を示す断面図。

【図18】液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図19】実施形態9の表示装置の表示色の变化を示す色度図。

【図20】実施形態10の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図21】実施形態10の表示装置の表示色の变化を示す色度図。

【図22】実施形態11の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図23】実施形態11の表示装置の表示色の变化を示す色度図。

【図24】実施形態12の表示装置を示す断面図。

【図25】実施形態13の表示装置を示す断面図。

【図26】(a)および(b)は光進行方向制御板を示す断面説明図。

【図27】光進行方向制御板の傾斜角度に応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示すグラフ。

【図28】従来の表示装置を示す断面図。

【図29】従来のECB型液晶表示装置における入射される光に対する出射する光の割合(出射率)と、印加電圧と、出射光の色と、の関係を示すグラフ。

【符号の説明】

11 表示装置

12 有機EL発光素子

13 液晶表示部

31

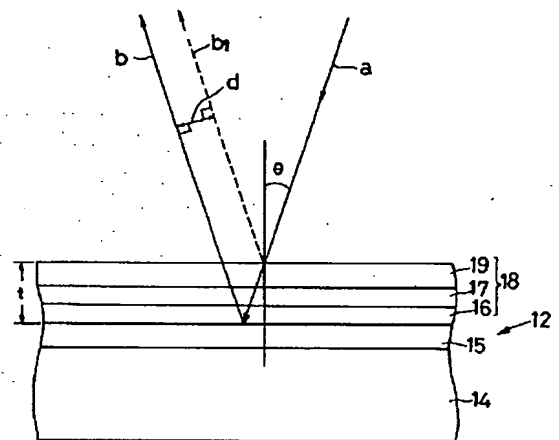
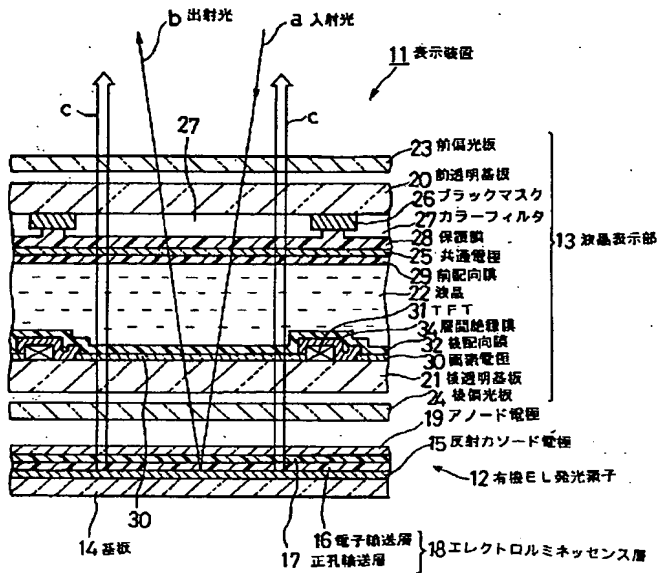
32

- 15 反射カソード電極
18 エレクトロルミネッセンス層
19 アノード電極

- a 入射光 (外光)
b 出射光
c 表示用光 (EL光)

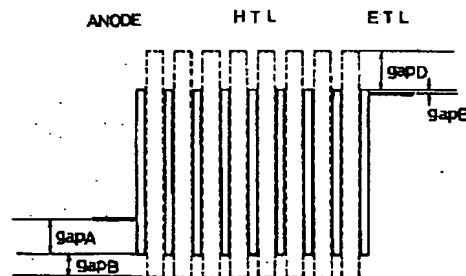
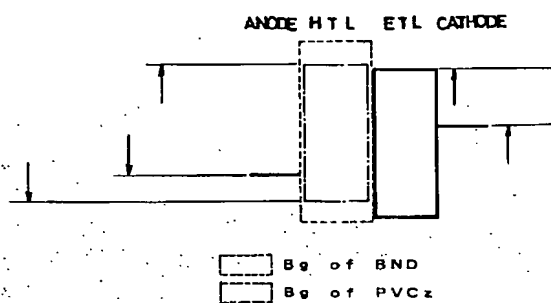
【図 1】

【図 2】

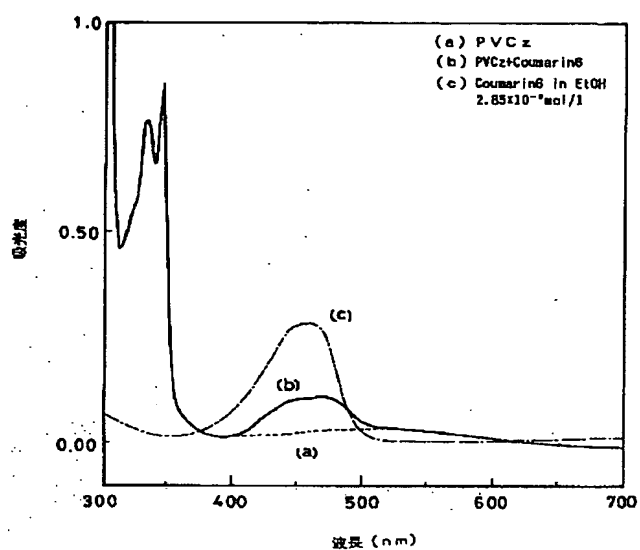


【図 3】

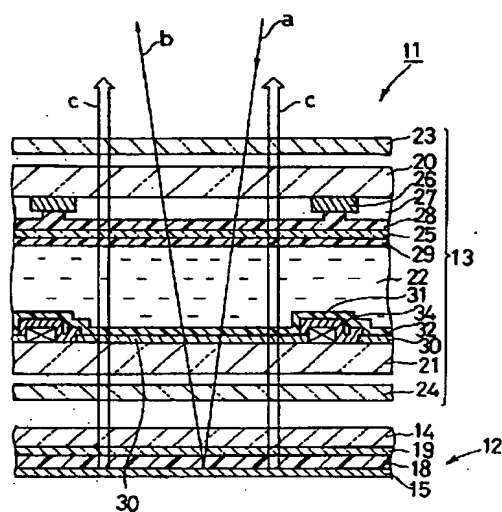
【図 4】



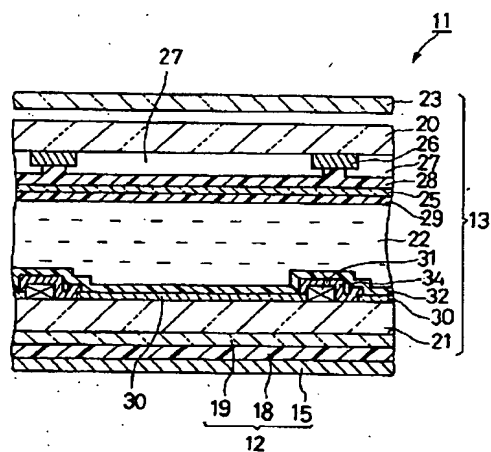
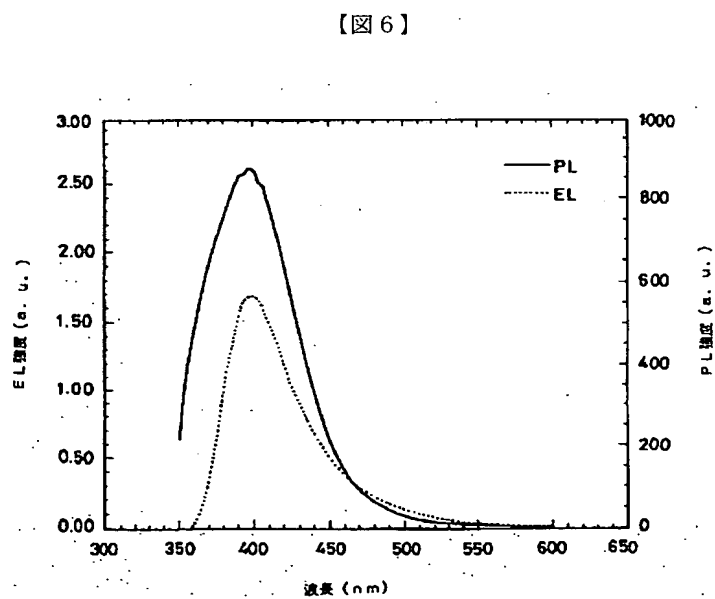
【図5】



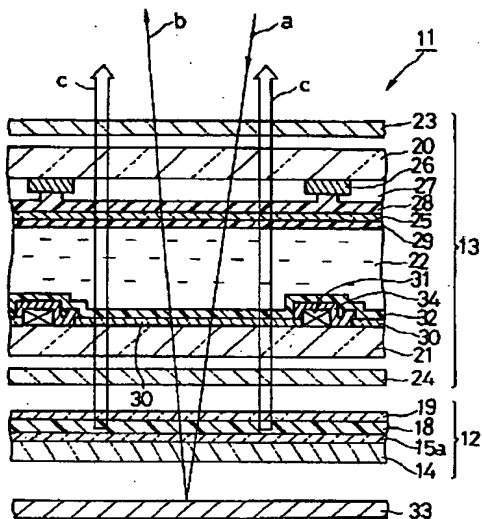
【図7】



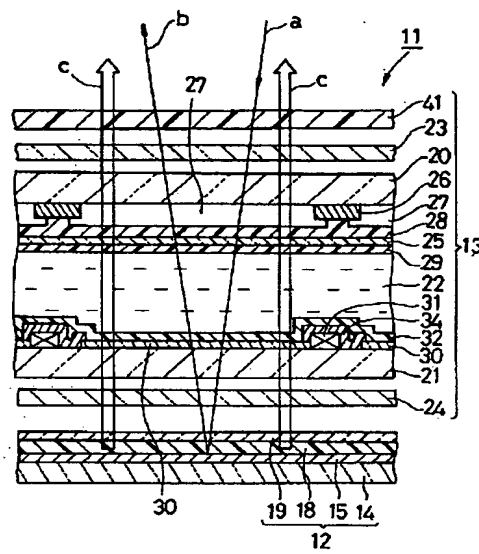
【図8】



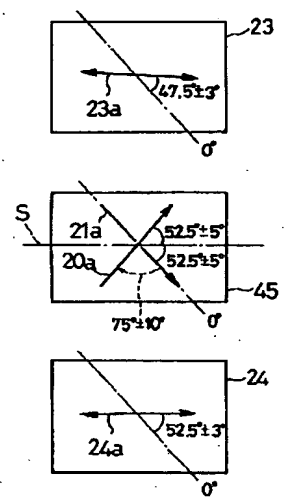
【図9】



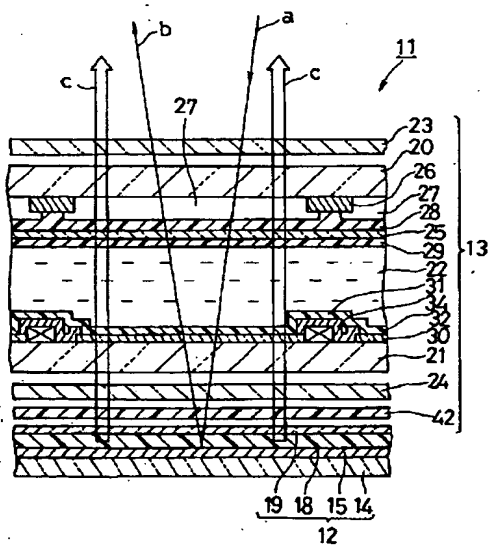
【図10】



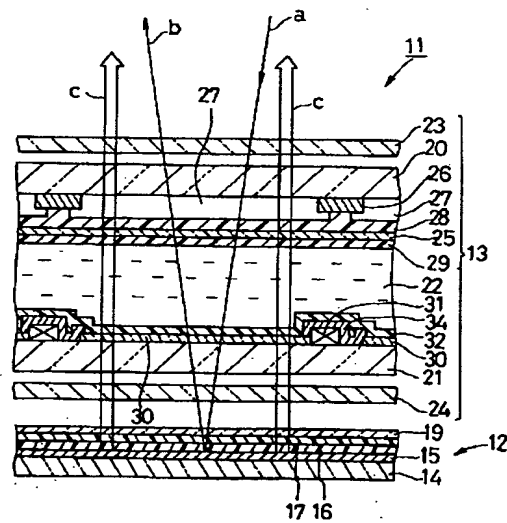
【図14】



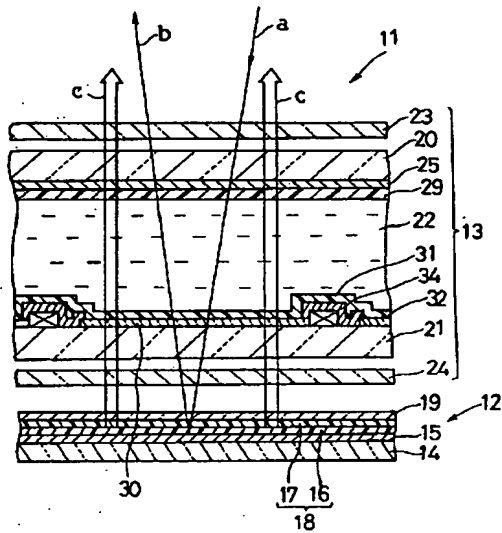
【図11】



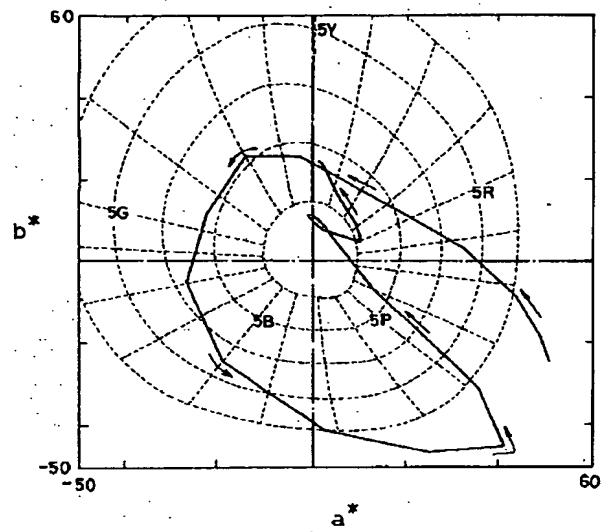
【図12】



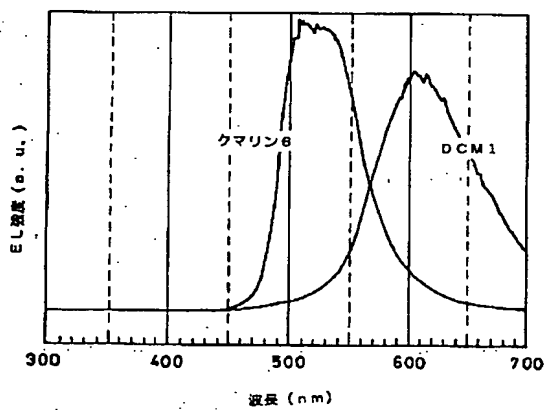
【図13】



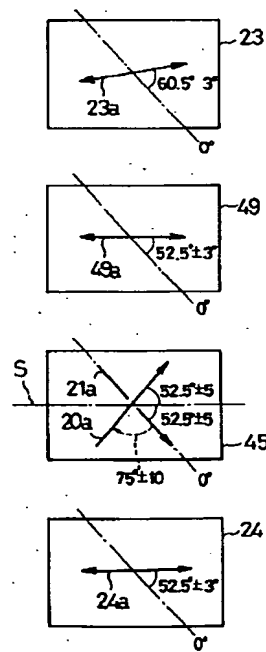
【図15】



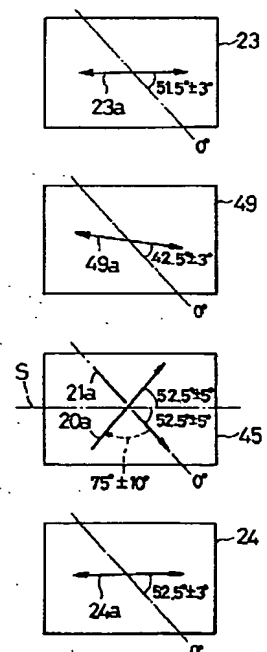
【図16】



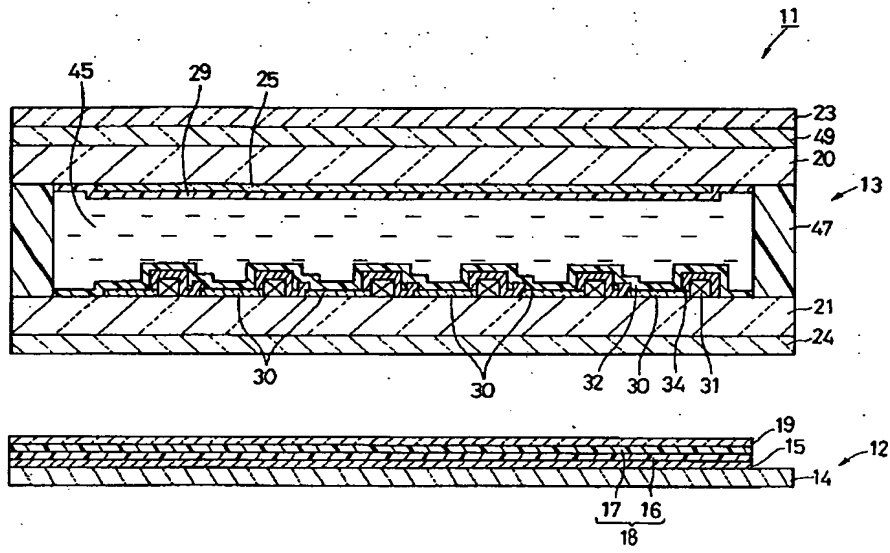
【図18】



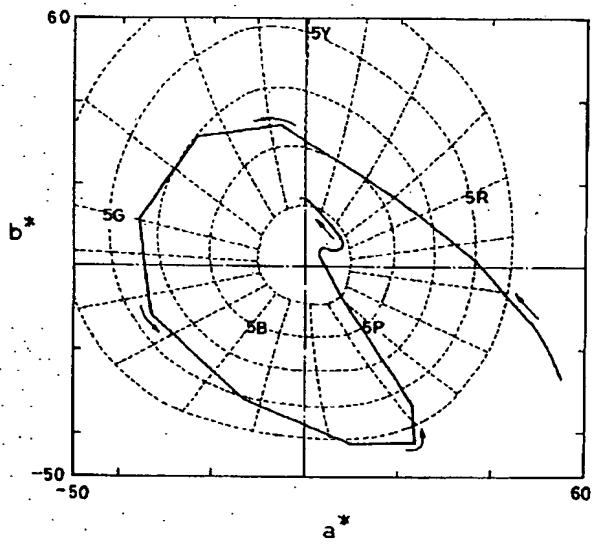
【図20】



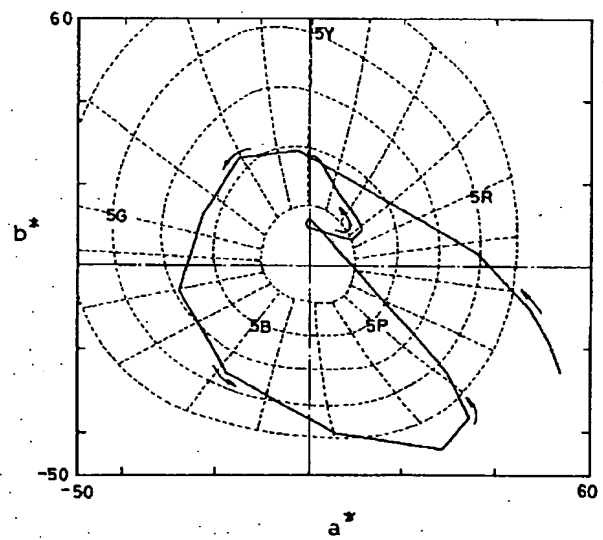
【図17】



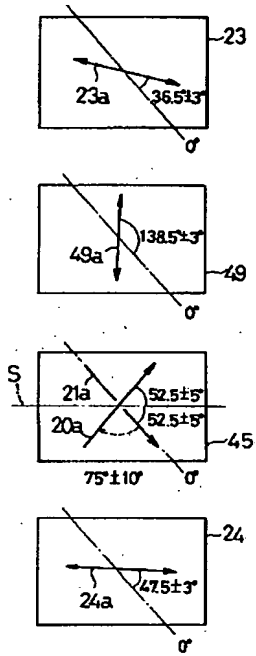
【図19】



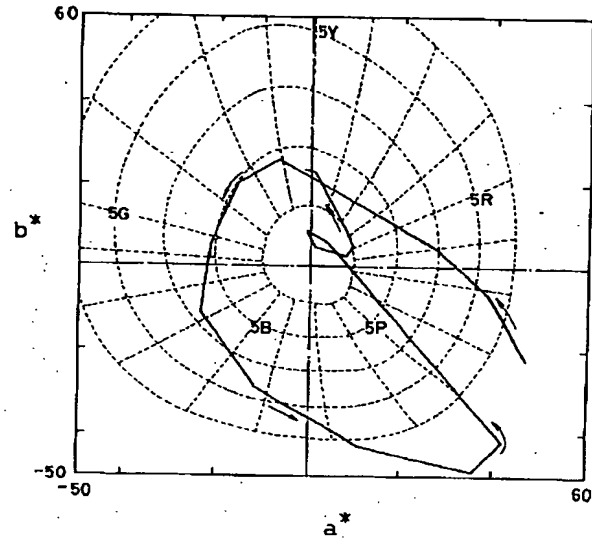
【図21】



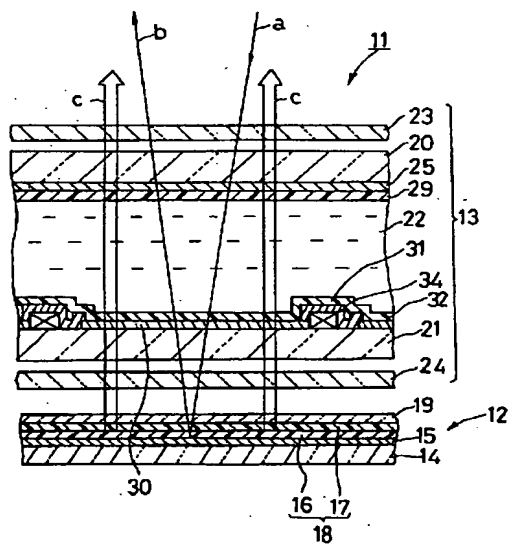
【図 2 2】



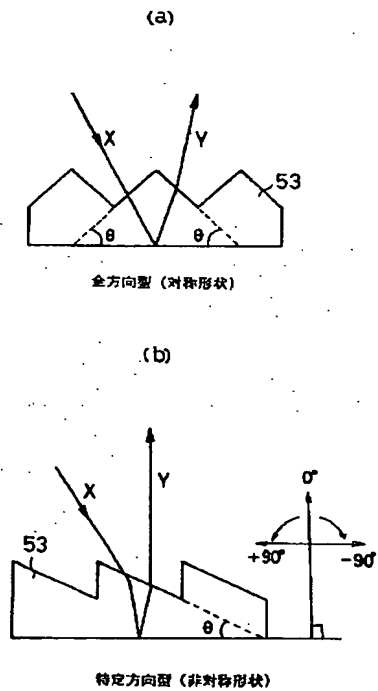
【図 2 3】



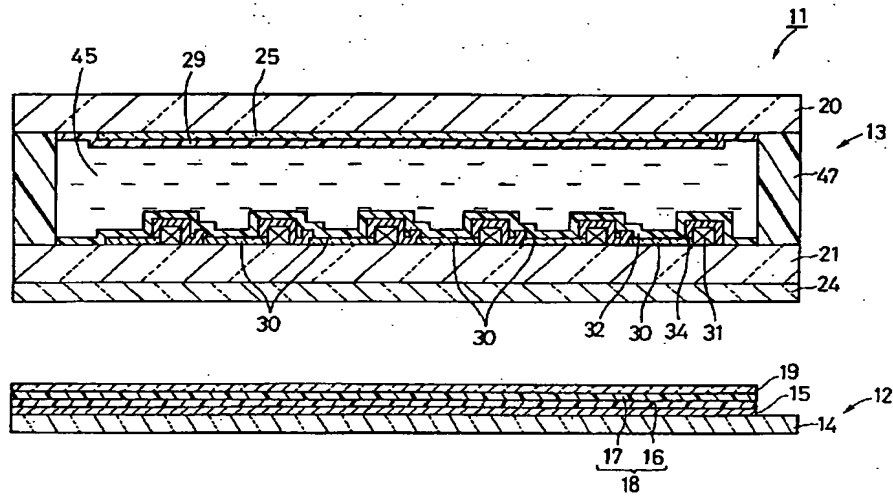
【図 2 4】



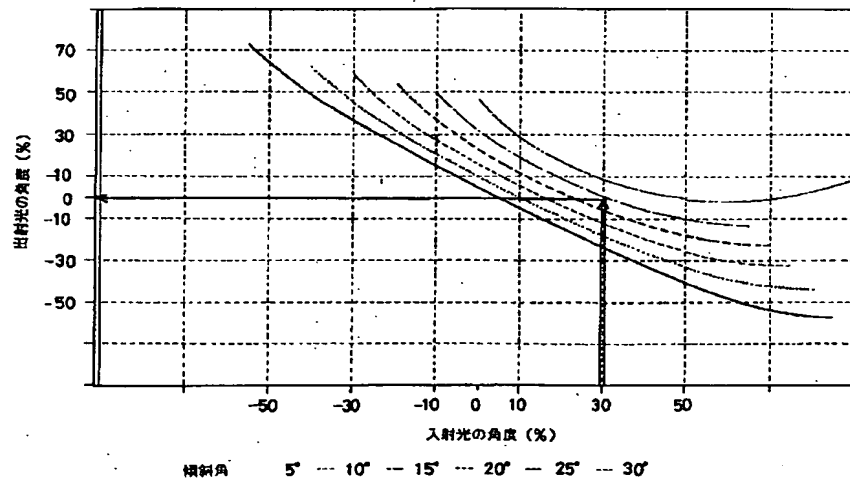
【図 2 6】



【図25】



【図27】



放射率

0 1 2 3 4 5 6 7

印加電圧 (V)

黄 緑 青 黒 赤 白

フロントページの続き

(72)発明者 吉田 哲志
東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72)発明者 武居 学
東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内